

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-062566

(43)Date of publication of application : 13.03.2001

(51)Int.Cl. B23K 9/127

G01B 11/24

G06T 7/00

// B25J 13/08

(21)Application number : 11-243405 (71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 30.08.1999 (72)Inventor : OKAMOTO AKIRA

HIDA MASATOSHI

NISHIKAWA KOHEI

(54) WELD LINE POSITION DETECTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect a weld line position in any case by measuring data of a cross sectional shape of a work surface extending across the weld line, and automatically detecting the weld line position based on the data.

SOLUTION: Using a laser type shape measuring meter 1, a mirror 12 is rotated by a scanner 13, and a laser spot light is irradiated on the work surface while moving across a weld line WL of a work W. The reflection light is detected so as to obtain the data of two-dimensional work cross sectional shape showing the cross sectional shape of the work surface. Then, using a computer 2, the work cross sectional shape is approximated with plural line segments based on the data, and is grouped according

to a given rule. The cross sectional shape pattern of one member W1 for forming the weld line WL and the cross sectional shape pattern of the other member W2 are obtained from the grouped line segments, so as to calculate and detect the position of the weld line WL based on positions and the like of an end point of each cross sectional shape.

LEGAL STATUS [Date of request for examination] 20.09.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3675680

[Date of registration] 13.05.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] (a) By detecting the reflected light in a direction which irradiates light and is different from the direction of radiation A work-piece cross-section shape-measurement means to obtain the two-dimensional cross-section configuration data in which the cross-section configuration on the front face of a work piece which crosses the weld line and extends is shown, (b) A segment approximation means to approximate a work-piece cross-section configuration by

two or more segments based on the two-dimensional work-piece cross-section configuration data obtained by said work-piece cross-section shape-measurement means, (c) The segment grouping means which carries out grouping of said two or more segments by said segment approximation means according to a predetermined regulation, (d) By extracting two segment groups from the segment group by whom grouping was done with said segment grouping means in order with long die length The part I material cross-section configuration pattern in which while forms said weld line of said work piece in, and the cross-section configuration pattern of a member is shown, Weld-line location narrowing-down ***** which obtains the part II material cross-section configuration pattern in which the cross-section configuration pattern of the member of another side which forms said weld line is shown, (e) The endpoint located in said part II material cross-section configuration pattern side of said part I material cross-section configuration pattern, The work-piece cross-section configuration data near [this] the endpoint, and the endpoint located in said part I material cross-section configuration pattern side of said part II material cross-section configuration pattern, Weld-line location detection equipment characterized by having a weld-line location operation detection means to calculate and detect the location of said weld line, based on the work-piece cross-section configuration data near [this] the endpoint.

[Claim 2] While said weld-line operation detection means calculates the 1st straight line prolonged along with the near part of said endpoint in said part I material cross-section configuration pattern The 2nd straight line prolonged along with the near part of said endpoint in said part II material cross-section configuration pattern is calculated. Subsequently, weld-line location detection equipment according to claim 1 which is what judges the physical relationship of these [of said two endpoints and said intersection] three points, and detects the location of said weld line after calculating the intersection of said both straight lines.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] An arc welding robot is equipped with this invention, it has an optical work-piece cross-section shape-measurement means to obtain the cross-section configuration data on the front face of a work piece which crosses the weld line and extends, about suitable weld-line location detection equipment, and relates to the weld-line location detection equipment which detected the weld-line location automatically based on the work-piece cross-section configuration data.

[0002]

[Description of the Prior Art] Carry out teaching of the weld-line location of the work piece used as criteria beforehand, and memory is made to memorize, and in case said criteria work piece and work piece of isomorphism are welded one after another, based on said weld-line location data by which teaching was carried out, he moves a welding torch along with the weld line, and is trying to weld each work piece subsequently in the arc welding robot of storage / playback mold. by the way, (**) -- since there is an assembly error in a work piece (welded joint which should be welded), and there is an anchoring error of a work piece when the work piece which should be welded is fixed to a positioner, a location gap may arise between the weld-line location by which teaching was carried out at the criteria work piece, and the weld-line location of the work piece which it is going to weld from now on Moreover, a location gap may arise according to deformation of this work piece by the heat distortion of the work piece under (b) welding.

[0003] therefore, arcing in [be / it / under / welding / which detects automatically the weld-line location of the necessary part (for example, a welding initiation setting-out part and a welding halt setting-out part) of a work piece, or the arc has generated in advance of the welding initiation for every work piece in order to cancel said location gap / setting] a necessary part -- the actual making of the tea -- the weld-line location detection equipment for detecting the weld-line location of a way automatically is had. And he is trying to obtain the location data of right truth of the weld line of the work piece which it is going to weld from now on in an arc welding robot by correcting the location data of said weld line by which teaching is carried out based on the actual weld-line location data of the necessary part detected with weld-line location detection equipment.

[0004] By detecting the reflected light in a direction which irradiates scanning laser spot light as an example of such weld-line location detection equipment so that the weld line WL of this work piece W may be conventionally crossed on a work-piece front face, and is different from the direction of radiation It has the laser type configuration instrumentation 51 which obtains the two-dimensional work-piece cross-section configuration data in which the cross-section configuration on the front face of a work piece which crosses the weld line WL and extends is shown, and what detected the location of the weld line WL based on work-piece cross-section configuration data is known.

[0005] This conventional weld-line location detection equipment approximates the cross-section configuration of a work piece W by two straight lines based on work-piece cross-section configuration data, and detects the intersection of the straight line of these two books as a weld-line location. Therefore, in the case of T jointing (fillet joint constituted by an inferior lamella and the standing board) of a fillet, as shown in drawing 20 , a work-piece cross-section configuration can be

approximated in two straight lines, and can ask for the intersection q of these two straight lines as a weld-line location. In addition, although the work-piece cross-section configuration data shown in drawing 20 (b) are many meetings of the point data which have a two-dimensional coordinate (Y , Z) in practice (refer to drawing 2), the continuous line which continues in order to make an understanding easy has shown them.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with said conventional weld-line location detection equipment, it faces applying to the joint which performs the fillet weld most used abundantly as a welding robot's object work piece, and, in the following **s - **, there is a trouble that a weld-line location is undetectable.

[0007] ** As shown in drawing 21 (a), when unrelated part III material $W3$ which does not participate in formation of the weld line WL of a work piece W enters in the visual field of the laser type configuration measuring instrument 51 drawing 21 -- (-- b --) -- being shown -- as -- a work piece -- a cross section -- a configuration -- two -- a ** -- a straight line -- it cannot approximate -- two -- a ** -- an intersection (folding point) -- q -- q -- ' -- existing -- ***** -- a work piece -- W -- constituting -- part I -- material -- W -- one -- part III -- material -- $W3$ -- a joint -- it is -- falsehood -- the weld line -- a location -- being shown -- an intersection -- q -- ' -- being unexcludable .

[0008] ** Since the part of the tack-weld section in work-piece cross-section configuration data becomes what shows a curve (convex radii) as shown in (b) of drawing 22 when it is going to detect the weld-line location in the tack-weld section, as shown in drawing 22 (a), a weld-line location is undetectable.

[0009] ** When the groove face WG is established in the part I material (standing board) $W1$ in order to raise the reinforcement of a weld zone in fillet T jointing (work piece W) as shown in drawing 23 (a) As shown in (b) of drawing 23 , a work-piece cross-section configuration cannot approximate by two straight lines, but two intersections q and q' will exist, and the intersection q which shows the location of the weld line WL formed of the part I material $W1$ which constitutes a work piece W , and the part II material $W2$ cannot be detected. moreover, if a groove face WG be polish by a grinder etc. and be in the mirror plane condition that the oxide film on the front face of a steel plate should be remove, as reflected light sufficient from a groove face WG for the two-dimensional light-receiving array of a measuring instrument 51 stop come on the contrary depending on the arrangement location of the laser type configuration measuring instrument 51 and it be show in (c) of drawing 23 , data lack of the groove face WG part in work piece cross section configuration data will occur. For this reason, the location of the weld line WL is undetectable.

[0010] ** Since circular pipe material $W1$ part in work-piece cross-section configuration data becomes what shows not a straight line but a curve (convex radii)

as shown in (b) of drawing 24 when the work piece W is constituted by the circular pipe material W1 and the plate W2, as shown in drawing 24 (a), a weld-line location is undetectable. Moreover, since the circular pipe material W1 of both in work-piece cross-section configuration data and W2 part become what shows not a straight line but a curve (convex radii) as shown in drawing 25 (b) when the work piece W is constituted by the circular pipe material W1 which is the part I material, and the circular pipe material W2 which is the part II material, as shown in drawing 25 (a), a weld-line location is undetectable.

[0011] Then, the object of this invention cancels said conventional trouble, and has an optical work-piece cross-section shape-measurement means to obtain the cross-section configuration data on the front face of a work piece which crosses the weld line and extends. In the weld-line location detection equipment which detects a weld-line location based on said work-piece cross-section configuration data It faces applying to the work piece which performs a fillet weld as an object work piece, and a weld-line location can be detected, without being interfered by this 3rd member and mistaking, even when the 3rd unrelated member which does not participate in formation of the weld line of a work piece enters in the visual field of said optical measurement means. Again Even when it is a part with the tack-weld section, the weld-line location in this tack-weld section can be detected. Moreover, even when the cross-section configuration data of the case where the groove is prepared, or this groove are not obtained, a weld-line location can be detected. Furthermore a work piece consists of cylindrical members of hollow or a solid, and even when a work-piece cross-section configuration becomes what shows not a straight line but convex radii, it is in offering the weld-line location detection equipment which can detect a weld-line location.

[0012]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the aforementioned object, invention of claim 1 (a) by detecting the reflected light in a direction which irradiates light and is different from the direction of radiation A work-piece cross-section shape-measurement means to obtain the two-dimensional cross-section configuration data in which the cross-section configuration on the front face of a work piece which crosses the weld line and extends is shown, (b) A segment approximation means to approximate a work-piece cross-section configuration by two or more segments based on the two-dimensional work-piece cross-section configuration data obtained by said work-piece cross-section shape-measurement means, (c) The segment grouping means which carries out grouping of said two or more segments by said segment approximation means according to a predetermined regulation, (d) by extracting two segment groups from the segment group by whom grouping was done with said segment grouping means in order with long die length The part I material cross-section configuration pattern in which while forms said weld line

of said work piece in, and the cross-section configuration pattern of a member is shown, Weld-line location narrowing-down ***** which obtains the part II material cross-section configuration pattern in which the cross-section configuration pattern of the member of another side which forms said weld line is shown, (e) The endpoint located in said part II material cross-section configuration pattern side of said part I material cross-section configuration pattern, The work-piece cross-section configuration data near [this] the endpoint, and the endpoint located in said part I material cross-section configuration pattern side of said part II material cross-section configuration pattern, It is weld-line location detection equipment characterized by having a weld-line location operation detection means to calculate and detect the location of said weld line, based on the work-piece cross-section configuration data near [this] the endpoint.

[0013] Invention of claim 2 is set to weld-line location detection equipment according to claim 1. Said weld-line operation detection means While calculating the 1st straight line prolonged along with the near part of said endpoint in said part I material cross-section configuration pattern The 2nd straight line prolonged along with the near part of said endpoint in said part II material cross-section configuration pattern is calculated. Subsequently, after calculating the intersection of said both straight lines, the physical relationship of these [of said two endpoints and said intersection] three points is judged, and it is characterized by being what detects the location of said weld line.

[0014] In the weld-line location detection equipment by this invention, the two-dimensional cross-section configuration data in which the cross-section configuration on the front face of a work piece which crosses the weld line WL of a work piece W, and extends with an optical work-piece cross-section shape-measurement means is shown first are obtained. A work-piece cross-section configuration is approximated to extent which not only the linearity of this work-piece cross-section configuration but also flexibility and curve nature may reflect by two or more segments to which a segment approximation means makes a single string based on the two-dimensional cross-section configuration data from this work-piece cross-section shape-measurement means (refer to drawing 10 and drawing 11).

[0015] Subsequently, a segment grouping means carries out grouping of to any two segments which adjoin the angular difference (crookedness degree) which two adjacent segments make about two or more segments searched for with said segment approximation means shall make the convex between a top or the bottom to two or more segment groups by analyzing (refer to drawing 12). Each segment group consists of two or more segments which make a single string. By this two or more segments searched for with the segment approximation means The part which while forms the weld line WL of a work piece W, and shows the cross-section configuration of a member W1, A group division is made by the part which shows the cross-section

configuration of the member W2 of another side which forms this weld line WL, and the part which shows parts other than these (unrelated part III material W3 which does not participate in formation of the weld line WL, tack-weld section in the part of the weld line WL, etc.). In the case of this grouping, if the joint which performs a fillet weld is used as an object work piece, the property (property) that the cross-section configuration of the members W1 and W2 which form the weld line WL becomes radii with it will be used. [a straight line with long die length or long die length, and] [convex]

[0016] By weld-line location narrowing-down ***** after this grouping by extracting two segment groups from said two or more segment groups in order with long die length The part I material cross-section configuration pattern PS 1 in which parts used as trouble, such as said part III material W3, tack-weld section, etc., are excepted to location detection of the weld line WL, while forms the weld line WL in, and the cross-section configuration pattern of a member W1 is shown The part II material cross-section configuration pattern PS 2 in which the cross-section configuration pattern of the member W2 of another side which forms this weld line WL is shown can be obtained.

[0017] By this, while setting to P1L the endpoint by the side of the part II material cross-section configuration pattern PS 2 of the part I material cross-section configuration pattern PS 1 (endpoint located in a weld-line side) If the endpoint by the side of the part I material cross-section configuration pattern PS 1 of the part II material cross-section configuration pattern PS 2 (endpoint located in a weld-line side) is set to P2R, the weld-line location which should be detected Since it becomes this location, and it exists near such endpoint P1L and the P2R when that is not right in endpoint P1L of said both and P2R lapping and being in the same location, the weld-line location's existence range can be narrowed down.

[0018] Subsequently, a weld-line location operation detection means calculates the 2nd straight line L2 prolonged along with the part near the endpoint P2R in the part II material cross-section configuration pattern PS 2, and calculates and asks after an appropriate time for the intersection Q of both said straight lines L1 and L2 while it calculates the 1st straight line L1 prolonged along with the part near the endpoint P1L in the part I material cross-section configuration pattern PS 1. And the weld-line location of a work piece is detectable by analyzing and judging two endpoint P1L, P2R, and the physical relationship of these [of Intersection Q] three points with a weld-line location operation detection means (refer to drawing 14 - drawing 19). For example, when 3 point P1L, P2R, and Q are in the same location, let Intersection Q be a weld-line location.

[0019] In addition, the aforementioned segment approximation means, a segment grouping means, a segment grouping means, weld-line location narrowing-down ***** , and a weld-line location operation detection means are realizable by

programmed computer.

[0020] Thus, according to the weld-line location detection equipment by this invention, it has an optical work-piece cross-section shape-measurement means to obtain the cross-section configuration data on the front face of a work piece which crosses the weld line and extends. It faces detecting a weld-line location based on said work-piece cross-section configuration data. A weld-line location can be detected without being interfered by this 3rd member and mistaking, even when the 3rd unrelated member which does not participate in formation of the weld line of a work piece enters in the visual field of said optical measurement means (refer to drawing 21). Moreover, even when it is a part with the tack-weld section (refer to drawing 22), the weld-line location in this tack-weld section can be detected. Moreover, even when the cross-section configuration data of the case (refer to drawing 23) where the groove is prepared, or this groove are not obtained (refer to drawing 23 (c)), a weld-line location can be detected. Furthermore a work piece consists of cylindrical members of hollow or a solid, and even when a work-piece cross-section configuration becomes what shows not a straight line but convex radii (drawing 24 , 25 reference), a weld-line location can be detected.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing. Drawing 1 is drawing showing the whole weld-line location detection equipment configuration by 1 operation gestalt of this invention.

[0022] As shown in drawing 1 , weld-line location detection equipment is constituted by the laser type configuration measuring instrument (work-piece cross-section shape-measurement means) 1 and the computer 2. The laser type configuration instrumentation 1 is carried in the hand section of the arc welding robot 3 mentioned later with a welding torch, and is positioned near the work piece W which performs a fillet weld. This laser type configuration measuring instrument 1 has the two-dimensional light-receiving array 15 which consists of CCD (photo detector) which collects and detects the reflected light from a work-piece front face through the light-receiving lens 14 in a direction which is different from the rotatable scanner 13 with the mirror 12 for moving the front-face top of a work piece W, and the direction of radiation by the mirror 12 in the laser spot light from the laser projector 11 which discharges laser spot light, and the laser projector 11. Here, if laser spot light is irradiated on the front face of a work piece W through a mirror 12 and the reflected light from a work-piece front face is detected by the two-dimensional light-receiving array 15, it can ask for the location of the irradiated laser spot light in a work-piece front face by the principle of a triangulation method from the include angle of a mirror 12, the light-receiving location of the laser spot light in the two-dimensional light-receiving array 15, etc. In this laser type configuration measuring instrument 1, a

mirror 12 is rotated with a scanner 13, and it irradiates, moving laser spot light so that the weld line WL of this work piece W may be crossed on a work-piece front face, and the two-dimensional work-piece cross-section configuration data in which the cross-section configuration on the front face of a work piece which crosses the weld line WL and extends is shown are obtained by detecting that reflected light.

[0023] A segment approximation means, a segment grouping means, weld-line location narrowing-down *****, and a weld-line location operation detection means are constituted, the work-piece cross-section configuration data from the laser type configuration instrumentation 1 are inputted, and a computer 2 outputs the location data of the weld line WL detected as an output to the below-mentioned robot control board 4.

[0024] Drawing 2 is drawing showing typically the work-piece cross-section configuration data which consist of data of the point location which is obtained by the laser type configuration instrumentation in drawing 1 , and has a two-dimensional coordinate (Y, Z). About the system of coordinates of YZ, the Z-axis is set up in the direction which faces to the laser type configuration measuring instrument 1 here, and the Y-axis is set up in the rectangular direction.

[0025] Drawing 3 is drawing for explaining the arc welding robot equipped with the weld-line location detection equipment shown in drawing 1 . As shown in this drawing, the laser type configuration measuring instrument 1 is carried in the hand section of an arc welding robot 3. The weld-line location data which calculated by computer 2 of weld-line location detection equipment, and were called for are given to the robot control board 4. In the robot control board 4, as explained previously, based on the weld-line location data from the computer 2 of weld-line location detection equipment, the error of the weld-line location by which teaching is beforehand carried out about the work piece W which it is going to weld from now on is corrected, and the location data in which a actual weld-line location without a location gap is shown are given to an arc welding robot 3.

[0026] In the weld-line location detection equipment hereafter constituted as shown in drawing 1 , the weld-line location detection by the computer 2 is explained with reference to a drawing. Drawing 4 is drawing for explaining the weld-line location detection procedure by the computer 2 in drawing 1 , and as shown in this drawing, in response to the two-dimensional work-piece cross-section configuration data from the laser type configuration instrumentation 1, a computer 2 carries out segment approximation processing, segment grouping processing, weld-line location narrowing-down *****, and weld-line location operation detection processing, and is made to detect a weld-line location.

[0027] First, segment approximation processing is explained with reference to drawing 5 and drawing 10 . Segment approximation processing is processing approximated so that it may be obtained by the laser type configuration measuring instrument 1, the

location P_k which are many points with the two-dimensional coordinate value of YZ system of coordinates, and the work-piece cross-section configuration data which consist of $k = 1 - n$ may be processed and this may be imitated in a work-piece cross-section configuration by two or more segments (S_1, S_2, \dots). Here, as the technique of carrying out segment approximation, what was indicated by reference "T. Pavlidis and S.L.Horowitz, "Segmentation of Planes Curves", IEEE Trans.Comput., vol.c-23, pp.860-870, August 1974" is known, and this technique is used. Drawing 5 is a flow chart which shows the procedure of the segment approximation processing in drawing 4. N_1, N_2 , and \dots which are used here into drawing 5, and after-mentioned drawing 6 - drawing 9 show the number of a procedure (step). Drawing 10 is drawing for explaining segment approximation processing.

[0028] In this example, work-piece cross-section configuration data consist of data of the location P_k with the two-dimensional coordinate value of YZ system of coordinates of n pieces, $k = 1 - n$. First, at step N_1 , initial setting called $i = 1$ and $j = n$ is performed. Subsequently, at step N_2 , the formula of the straight line E which connects one Endpoint P_i and other-end point P_j (Y coordinate value of $P_i > Y$ coordinate value of P_j) of the section (P_i, P_j) in work-piece cross-section configuration data is called for by count. The 1st formula of the straight line E which connects the starting point P_1 and a terminal point P_n is called for (refer to drawing 10 (a)). At the following step N_3 , the distance $D(P_k)$ and $k = i - j$ from each point to a straight line E are computed for each point, respectively. $D(P_k)$ shows the value of the distance to the straight line E in a location P_k here, and the 1st value $D(P_n)$ of the value D of the distance from the starting point P_1 to a straight line E (P_1), the value D of the distance from a point P_2 to a straight line E (P_2), ..., the distance from a terminal point P_n to a straight line E is computed (refer to drawing 10 (b)).

[0029] Subsequently, at step N_4 , the maximum of distance $D(P_k)$ is calculated from among the distance $D(P_k)$ computed at step N_3 , and $k = i - j$, and P_{kmax} and distance are set to $D(P_{kmax})$ for the point at that time (refer to drawing 10 (c)). And in step N_5 , it is judged whether it is larger than the threshold L_{th} of the distance as which maximum distance $D(P_{kmax})$ was determined beforehand. When maximum distance $D(P_{kmax})$ is larger than a threshold L_{th} , it progresses to step N_6 and is Point P_{kmax} . It registers as a folding point (refer to drawing 10 (d)).

[0030] At step N_7 , if a folding point is obtained, while it considers as $i = i$ and $j = k_{max}$ and processing of this content is made with from the aforementioned step N_2 to step N_6 in the section (P_i and P_{kmax}), by step N_8 , it will consider as $i = k_{max}$ and $j = j$ and processing of this content will be made with from the aforementioned step N_2 to step N_6 in the section (P_{kmax}, P_j) (refer to drawing 10 (e)). And the extract of the folding point for segment approximation is ended noting that a folding point does not exist in the section that the maximum distance D in each section (P_{kmax}) is below the threshold L_{th} (step N_9).

[0031] Thus, extracted folding point P_{kmax} Segment approximation of the work-piece cross-section configuration is carried out by two or more segments S_1 and S_2 to connect and -- (refer to drawing 11). Based on work-piece cross-section configuration data ($P_k, k=1-n$) with the two-dimensional coordinate value obtained by the laser type configuration instrumentation 1 like the aforementioned steps N1-N9, a segment approximation means performs the procedure approximated so that this may be imitated in a work-piece cross-section configuration by two or more segments.

[0032] Next, grouping is carried out to two or more segment groups about two or more segments S_1 and S_2 as shown in drawing 11 which approximates a work-piece cross-section configuration, and --. The part which while forms the weld line WL of a work piece W for two or more segments S_1 and S_2 and -- from which the object of grouping was gained by the aforementioned segment approximation processing, and shows the cross-section configuration of a member W1, It is in dividing into the part which shows the cross-section configuration of the member W2 of another side which forms this weld line WL, and the part which shows parts other than these (unrelated part III material W3 which does not participate in formation of the weld line WL, tack-weld section in the part of the weld line WL, etc.). Use the property in which the cross-section configuration of the members W1 and W2 which form the weld line WL becomes radii with it in grouping, and two adjacent segments S_i and angular difference $\Delta\theta$ of S_{i+1} When small, [a straight line with long die length or long die length, and] [convex] Or while two adjacent segments S_i and S_{i+1} are turning the convex up, grouping of them is carried out noting that two segments S_i and S_{i+1} belong to the same group.

[0033] Drawing for the flow chart and drawing 12 which show the procedure of segment grouping processing [in / in drawing 6 / drawing 4] to explain segment grouping processing, and drawing 13 are the explanatory views of angular difference $\Delta\theta$ of Segment S_i and segment S_{i+1} . Hereafter, segment grouping processing is explained.

[0034] Angular difference $\Delta\theta$ which first two adjacent segments S_i and S_{i+1} make is explained with reference to drawing 13 . As shown in drawing 13 , it asks for a straight line S_i by count with the least square method using the sequence of points which constitute Segment S_i . Similarly, straight-line S_{i+1} is calculated with the least square method using the sequence of points which constitute segment S_{i+1} . And angular difference $\Delta\theta$ of the straight line S_i for which it asked, and straight-line S_{i+1} is computed. The value of angular difference $\Delta\theta$ has determined the counter clockwise direction as forward (plus), as shown in drawing 13 . Thus, called-for angular difference $\Delta\theta$ is made into Segment S_i and the angular difference of S_{i+1} .

[0035] Now, at step N10, initial setting called $i=1$ and $g=1$ is performed first. At the following step N11, initial setting which determines the number of the segment group

to whom Segment S_i belongs as g is performed, and a segment S_1 is set up as a thing belonging to the segment group 1.

[0036] Subsequently, at step N12, above mentioned angular difference $\Delta\theta$ of Segment S_i and segment S_{i+1} is computed. and a ***** [being smaller than threshold θ_{th} to which angular difference $\Delta\theta$ was beforehand set in the following step N13] -- Segment S_i and segment S_{i+1} -- being convex (angular difference $\Delta\theta \geq 0$) -- it is judged whether it is making or not. [or] Here, since segment S_{i+1} belongs to Segment S_i and the same group in satisfying angular difference $\Delta\theta < \theta_{th}$ or angular difference $\Delta\theta \geq 0$ (it is YES at step N13), it progresses to step N14 and the number of the segment group to whom segment S_{i+1} belongs is set to g . The 1st segment ($i=1$) S_2 belongs to the segment group 1. Since segment S_{i+1} does not belong to Segment S_i and the same group in not filling angular difference $\Delta\theta < \theta_{th}$ or angular difference $\Delta\theta \geq 0$ (it is NO at step N13), after only the segment group number +1 increments g in step N15 on the other hand, it progresses to the aforementioned step N14. For example, in NO, in the 1st time ($i=1$), a segment S_2 belongs at step N13 at the segment group 2.

[0037] Subsequently, after carrying out $i+one$ in step N16, it progresses to step N17, and it confirms whether to be the no which gave the segment group number to the last segment S_n at step N17, and returns to step N12.

[0038] Thus, the grouping of Segments S_1, S_2, \dots, S_n is made. For example, it is not satisfied with the example shown in drawing 12 of angular difference $\Delta\theta < \theta_{th}$ described above as segment S_4 and a segment S_5 , or angular difference $\Delta\theta \geq 0$, since a convex is turned down, it does not belong to the same group, but therefore, grouping of the segments S_1-S_6 is carried out to two segment groups of the segment group 1 who consists of a segment $S_1 - S_4$, and the segment group 2 who consists of segments S_5 and S_6 . A segment grouping means performs the procedure which carries out grouping of two or more segments S_1, S_2, \dots, S_n depended on segment approximation processing like above N10-N17 according to a predetermined regulation.

[0039] Next, weld-line location narrowing-down ***** is explained. Drawing 7 is a flow chart which shows the procedure of weld-line location narrowing-down ***** in drawing 4 . Weld-line location narrowing-down ***** by extracting two segment groups from two or more segment groups obtained by said segment grouping processing in order with long die length The part I material cross-section configuration pattern PS 1 in which parts used as trouble, such as part III material W3 and the tack-weld section, are excepted to location detection of the weld line WL, while forms the weld line WL in, and the cross-section configuration pattern of a member W1 is shown It is processing for obtaining the part II material cross-section configuration pattern PS 2 in which the cross-section configuration pattern of the member W2 of another side which forms this weld line WL is shown.

[0040] At step N18, each segment group's die length (total of the die length of the segment belonging to the segment group concerned) is computed first. Subsequently, at step N19, the threshold of the value of predetermined die length is set up beforehand, the comparison with this threshold is performed about each segment group, and the thing more than predetermined die length is extracted out of these segment groups. And in the following step N20, it is judged whether the number of segment groups extracted at said step N19 is two or more. In a certain case (it is YES at step N20), two or more pieces progress to step N21 here.

[0041] At step N21, two segment groups are extracted from these segment groups in order with long die length. And in step N22, the part II material cross-section configuration pattern PS 2 in which the weld line WL of a work piece W is formed in, and the cross-section configuration pattern of the member W2 of another side which forms the part I material cross-section configuration pattern PS 1 in which the cross-section configuration pattern of a member W1 is shown and the weld line WL is shown is obtained from said two extracted segment groups. In this example, use as the part I material cross-section configuration pattern PS 1 the one where a Y coordinate value is smaller, and let the one where a Y coordinate value is larger than this be the part II material cross-section configuration pattern PS 2 (refer to drawing 14).

[0042] since it be think that a weld line location will not exist , for example , nonconformity have occur in a laser type configuration measuring instrument 1 including the case where positioning of the laser type configuration measuring instrument 1 to a work piece W be unsuitable when the number of segment groups extracted by said step N19 be less than two (it be at step N20) , an error message be perform and it be try to suspend processing by this example on the other hand .

[0043] By extracting two segment groups from the segment group as for whom grouping was done by segment grouping processing like the aforementioned steps N18-N22 in order with long die length Weld-line location narrowing-down ***** performs the procedure of obtaining the part II material cross-section configuration pattern PS 2 in which the weld line WL is formed in and the cross-section configuration pattern of the member W2 of another side which forms the part I material cross-section configuration pattern PS 1 in which the cross-section configuration pattern of a member W1 is shown and the weld line WL is shown. And the endpoint by the side of the part II material cross-section configuration pattern PS 2 of the part I material cross-section configuration pattern PS 1 (endpoint located in a weld-line side) is set to P1L by this. If the endpoint by the side of the part I material cross-section configuration pattern PS 1 of the part II material cross-section configuration pattern PS 2 (endpoint located in a weld-line side) is set to P2R, the weld-line location which should be detected Since it becomes this location, and it exists near such endpoint P1L and the P2R when that is not right in endpoint P1L of

said both and P2R lapping and being in the same location, the weld-line location's existence range can be narrowed down (refer to drawing 14).

[0044] Drawing 8 and drawing 9 are flow charts which show the procedure of the weld-line location operation detection processing in drawing 4 . Weld-line location operation detection processing analyzes the weld-line location's obtained by said weld-line location narrowing-down *****'s existence range, and performs processing which detects the location of this weld line WL.

[0045] It explains referring to drawing 14 about steps N23-N27. First, at step N23, the endpoint by the side of said pattern PS 2 of the part I material cross-section configuration pattern PS 1 is set to P1L, and the endpoint by the side of said pattern PS 1 of the part II material cross-section configuration pattern PS 2 is set to P2R. Subsequently, at step N24, it asks for the 1st straight line L1 (straight-line type: A1, Y+B1, and Z=C1) prolonged along with the near part Dth of endpoint P1L in the part I material cross-section configuration pattern PS 1 by count. Calculation of this 1st straight line L1 is made with the least square method using the cross-section configuration data in said near part Dth of predetermined die length. Similarly, at the following step N25, it asks for the 2nd straight line L2 (straight-line type: A2, Y+B2, and Z=C2) prolonged along with near partial Dth' of endpoint P2R in the part II material cross-section configuration pattern PS 2 by count. Calculation of the 2nd straight line L2 is made with the least square method using the cross-section configuration data in said near partial Dth' of predetermined die length. here -- a step -- N -- 24 -- N -- 25 -- setting -- a member -- a cross section -- a configuration -- a pattern -- PS -- one -- PS -- two -- a curve -- a configuration -- a segment -- approximation -- carrying out -- becoming -- although -- a case -- near -- a part -- Dth -- Dth -- ' -- die length -- being big -- a value -- carrying out -- if -- original -- a cross section -- a configuration -- between -- an error -- generating -- ***** -- since -- this -- a cross section -- a configuration -- being reflected -- and -- an error -- being permissible -- extent -- being small -- a value -- setting up -- having -- **** . Moreover, the die length of Part Dth and Dth' will be set as a value smaller than groove face width of face soon.

[0046] Subsequently, in step N26, the intersection Q of the 1st straight line L1 and the 2nd straight line L2 is computed, and it progresses to the following step N27. At step N27, the distance D1 of endpoint P1L of the part I material cross-section configuration pattern PS 1 and Intersection Q and the distance D2 of endpoint P2R of the part II material cross-section configuration pattern PS 2 and Intersection Q are computed.

[0047] Next, in steps N28-N35, endpoint P1L called for by doing in this way, endpoint P2R, and the physical relationship of three points of Intersection Q to attach are analyzed, and the location of the weld line WL is detected. At step N28, it is judged first whether it is smaller than threshold LENth to which the smaller one of said both

distance D1 and D2 was set beforehand. In being smaller than threshold LENTh here (it is YES at step N28) As shown in it progressing to step N29, and (the case where three points have lapped being included) since three points of endpoint P1L and endpoint P2R and Intersection Q are approaching extremely, and drawing 15 The work piece W which has the weld line WL by fillet T jointing (refer to drawing 20 and drawing 21 (a)) As shown in the work piece W (refer to drawing 24) which has the weld line WL by the work piece W (refer to drawing 25), or the circular pipe material W1 and plate W2 which have the weld line WL by the circular pipe material W1 and the circular pipe material W2, or drawing 16 the work piece W which consists of fillet T jointing (refer to drawing 23 (a)) which has a groove -- it judges with coming out. And let the intersection Q previously computed in these cases be a weld-line location. It outputs to the robot control board 4 by making this intersection Q into a weld-line location.

[0048] When the smaller one of the distance D1 and D2 is more than threshold LENTh (it is NO at step N28), it progresses to step N30, and it is judged whether relation called the Y coordinate value of Y coordinate value < endpoint P2R of the Y coordinate value < intersection Q of endpoint P1L is satisfied. When the relation concerned is being filled here (it is YES at step N30), it progresses to step N31, and as shown in drawing 17 , it judges with it being the part (referring to drawing 22 (a)) of the tack-weld section, and let the intersection Q computed previously be a weld-line location. It outputs to the robot control board 4 by making this intersection Q into a weld-line location.

[0049] On the other hand, when the aforementioned relation is not being filled (it is NO at step N30), it progresses to step N32, and it is judged whether relation called the Y coordinate value of the Y coordinate value < intersection Q of endpoint P2R is satisfied. As it progresses to step N33 when the relation concerned is being filled here (it is YES at step N32), and shown in drawing 18 , it judges with it being the work piece W with which it has a groove and the cross-section configuration data of this groove are not obtained (refer to drawing 23 (c)), and let said endpoint P2R be a weld-line location. It outputs to the robot control board 4 by making this endpoint P2R into a weld-line location.

[0050] Subsequently, when the aforementioned relation is not being filled (it is NO at step N32), it progresses to step N34, and it is judged whether relation called the Y coordinate value of the Y coordinate value > intersection Q of endpoint P1L is satisfied. As it progresses to step N35 when the relation concerned is being filled here (it is YES at step N34), and shown in drawing 19 , it judges with it being the work piece W with which it has a groove and the cross-section configuration data of this groove are not obtained, and let said endpoint P1L be a weld-line location. It outputs to the robot control board 4 by making this endpoint P1L into a weld-line location. Since it is thought at step N34 that nonconformity has occurred at the laser type configuration measuring instrument 1 in NO, he performs an error message and is trying to suspend

processing by this example on the other hand.

[0051] Endpoint P1L located in the part II material cross-section configuration pattern PS 2 side of the part I material cross-section configuration pattern PS 1 like the aforementioned steps N23-N35, The work-piece cross-section configuration data near [this] the endpoint P1L, and endpoint P2R located in the part I material cross-section configuration pattern PS 1 side of the part II material cross-section configuration pattern PS 2, Based on the work-piece cross-section configuration data near [this] the endpoint P2R, a weld-line location operation detection means performs the procedure of calculating and detecting a weld-line WL location.

[0052] Thus, according to the weld-line location detection equipment by 1 operation gestalt explained above It faces applying to the work piece which performs a fillet weld as an object work piece W. The location of the weld line WL can be detected without being interfered by 3rd member W3 and mistaking. a case (refer to drawing 21) so that 3rd unrelated member W3 which does not participate in formation of the weld line WL of a work piece may enter in the visual field of the laser type configuration measuring instrument 1 -- this -- Moreover, even when it is a part with the tack-weld section (refer to drawing 22), the weld-line location in this tack-weld section can be detected. Moreover, even when the cross-section configuration data of the case (refer to drawing 23) where the groove is prepared, or this groove are not obtained (refer to drawing 23 (c)), a weld-line location can be detected. Furthermore a work piece consists of cylindrical members of hollow or a solid, and even when a work-piece cross-section configuration becomes what shows not a straight line but convex radii (drawing 24 , 25 reference), a weld-line location can be detected.

[0053]

[Effect of the Invention] As stated above, according to the weld-line location detection equipment by this invention, it has an optical work-piece cross-section shape-measurement means to obtain the cross-section configuration data on the front face of a work piece which crosses the weld line and extends. It faces detecting a weld-line location based on said work-piece cross-section configuration data. A weld-line location can be detected without being interfered by this 3rd member and mistaking, even when the 3rd unrelated member which does not participate in formation of the weld line of a work piece enters in the visual field of said optical measurement means. Moreover, even when it is a part with the tack-weld section, the weld-line location in this tack-weld section can be detected. Moreover, even when the cross-section configuration data of the case where the groove is prepared, or this groove are not obtained, a weld-line location can be detected. Furthermore a work piece consists of cylindrical members of hollow or a solid, and even when a work-piece cross-section configuration becomes what shows not a straight line but convex radii, a weld-line location can be detected.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the whole weld-line location detection equipment configuration by 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing typically the work-piece cross-section configuration data which consist of data of the point location which is obtained by the laser type configuration instrumentation in drawing 1 , and has a two-dimensional coordinate (Y, Z).

[Drawing 3] It is drawing for explaining the arc welding robot equipped with the weld-line location detection equipment shown in drawing 1 .

[Drawing 4] It is drawing for explaining the weld-line location detection procedure by the computer in drawing 1 .

[Drawing 5] It is the flow chart which shows the procedure of the segment approximation processing in drawing 4 .

[Drawing 6] It is the flow chart which shows the procedure of the segment grouping processing in drawing 4 .

[Drawing 7] It is the flow chart which shows the procedure of weld-line location narrowing-down ***** in drawing 4 .

[Drawing 8] It is the flow chart which shows the procedure of the weld-line location operation detection processing in drawing 4 .

[Drawing 9] It is the flow chart which shows the procedure of the weld-line location operation detection processing in drawing 4 .

[Drawing 10] It is drawing for explaining segment approximation processing.

[Drawing 11] It is drawing showing two or more segments S1 and S2 and the work-piece cross-section configuration approximated by --.

[Drawing 12] It is drawing for explaining segment grouping processing.

[Drawing 13] It is the explanatory view of angular difference $\Delta\theta$ of Segment S_i and segment S_{i+1} .

[Drawing 14] It is drawing for explaining weld-line location operation detection processing.

[Drawing 15] It is drawing for explaining weld-line location operation detection processing (in the case of the work piece which has the weld line by the work piece which has the weld line by fillet T jointing, the work piece which has the weld line by circular pipe material and circular pipe material, or circular pipe material and a plate).

[Drawing 16] It is drawing for explaining weld-line location operation detection processing (in the case of the work piece which consists of fillet T jointing which has a groove).

[Drawing 17] It is drawing for explaining weld-line location operation detection processing (in the case in the tack-weld section).

[Drawing 18] It is drawing for explaining weld-line location operation detection processing (when it is the work piece with which it has a groove and the cross-section configuration data of this groove are not obtained).

[Drawing 19] It is drawing for explaining weld-line location operation detection processing (when it is the work piece with which it has a groove and the cross-section configuration data of this groove are not obtained).

[Drawing 20] It is drawing for explaining the work-piece cross-section configuration by the laser type configuration measuring instrument in the case of fillet T jointing.

[Drawing 21] It is drawing for explaining the work-piece cross-section configuration by the laser type configuration measuring instrument in the case of fillet T jointing which has the part III material which does not participate in formation of the weld line.

[Drawing 22] When it is going to detect the weld-line location in the tack-weld section, it is drawing for explaining the work-piece cross-section configuration by the laser type configuration measuring instrument.

[Drawing 23] When the groove face is established in the standing board, it is drawing for explaining the work-piece cross-section configuration by the laser type configuration measuring instrument.

[Drawing 24] When the work piece is constituted by circular pipe material and the plate, it is drawing for explaining the work-piece cross-section configuration by the laser type configuration measuring instrument.

[Drawing 25] When the work piece is constituted by circular pipe material and circular pipe material, it is drawing for explaining the work-piece cross-section configuration by the laser type configuration measuring instrument.

[Description of Notations]

1 -- laser type configuration measuring instrument 11 -- laser projector 12 -- mirror
13 -- scanner 14 -- light-receiving lens 15 -- two-dimensional light-receiving array 2
-- computer 3 -- Arc welding robot 4 -- Robot control board W -- Work piece W1 --
Part I material W2 -- Part II material W3 -- Part III material WL -- Weld line WG --
Groove face PS1 -- The part I material cross-section configuration pattern PS2 --
The part II material cross-section configuration pattern

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-62566

(P2001-62566A)

(43)公開日 平成13年3月13日 (2001.3.13)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコ-ト* (参考)

B 2 3 K 9/127

5 0 8

B 2 3 K 9/127

5 0 8 A 2 F 0 6 5

5 0 1

5 0 1 A 3 F 0 5 9

G 0 1 B 11/24

B 2 5 J 13/08

A 5 B 0 5 7

G 0 6 T 7/00

G 0 1 B 11/24

A

// B 2 5 J 13/08

K

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平11-243405

(22)出願日

平成11年8月30日 (1999.8.30)

(71)出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号

(72)発明者 岡本 陽

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72)発明者 飛田 正俊

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(74)代理人 100105692

弁理士 明田 亮

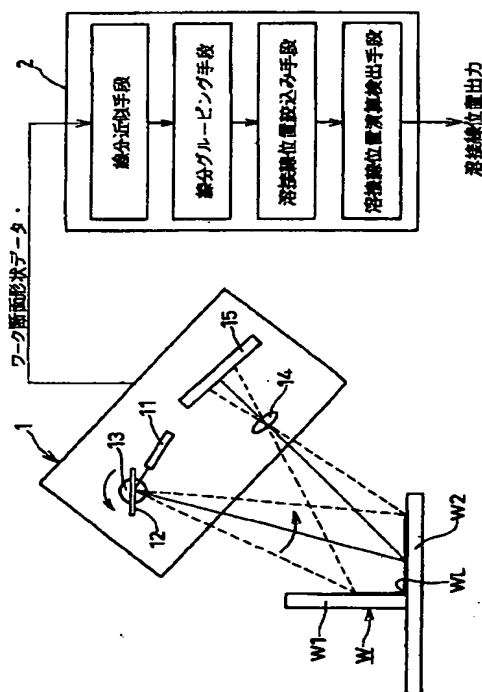
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 溶接線位置検出装置

(57)【要約】

【課題】 仮付け溶接部がある箇所の場合、一方の部材に開先があるような場合、ワーク断面形状が直線ではなく上に凸の円弧を示すものになる場合、などにおいても溶接線位置を検出できるようにすること。

【解決手段】 溶接線WLを横切って延びるワーク表面の断面形状を示す2次元断面形状データを得るレーザ式形状計測器1と、2次元ワーク断面形状データに基づいて複数の線分によりワーク断面形状を近似する線分近似手段と、前記複数の線分をグループ化する線分グループ化手段と、グループ化された線分グループより、溶接線WLを形成する一方の部材W1の断面形状パターンと、他方の部材W2の断面形状パターンとを得る溶接線位置検出手段と、前記各断面形状パターンの端点の位置等に基づいて溶接線WLの位置を演算し検出する溶接線位置演算検出手段とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (a) 光を照射して照射方向と異なる方向においてその反射光を検出することにより、溶接線を横切って延びるワーク表面の断面形状を示す 2 次元の断面形状データを得るワーク断面形状計測手段と、

(b) 前記ワーク断面形状計測手段により得られた 2 次元のワーク断面形状データに基づいて、複数の線分によりワーク断面形状を近似する線分近似手段と、

(c) 前記線分近似手段による前記複数の線分を所定の規則に従ってグループ化する線分グルーピング手段と、

(d) 前記線分グルーピング手段によりグループ化された線分グループから長さの長い順に 2 つの線分グループを抽出することにより、前記ワークの前記溶接線を形成する一方の部材の断面形状パターンを示す第 1 部材断面形状パターンと、前記溶接線を形成する他方の部材の断面形状パターンを示す第 2 部材断面形状パターンとを得る溶接線位置絞り込み手段と、

(e) 前記第 1 部材断面形状パターンの前記第 2 部材断面形状パターン側に位置する端点と、該端点近傍のワーク断面形状データと、前記第 2 部材断面形状パターンの前記第 1 部材断面形状パターン側に位置する端点と、該端点近傍のワーク断面形状データとに基づいて、前記溶接線の位置を演算し検出する溶接線位置演算検出手段と、を備えていることを特徴とする溶接線位置検出装置。

【請求項 2】 前記溶接線演算検出手段は、前記第 1 部材断面形状パターンにおける前記端点の近傍部分に沿って延びる第 1 直線を演算するとともに、前記第 2 部材断面形状パターンにおける前記端点の近傍部分に沿って延びる第 2 直線を演算し、次いで前記両直線の交点を演算してから、前記 2 つの端点及び前記交点のこれら 3 点の位置関係を判定し、前記溶接線の位置を検出するものである請求項 1 記載の溶接線位置検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、アーク溶接ロボットに備えられて好適な溶接線位置検出装置に関し、溶接線を横切って延びるワーク表面の断面形状データを得る光学式のワーク断面形状計測手段を有し、そのワーク断面形状データに基づいて溶接線位置を自動検出するようにした溶接線位置検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】記憶・再生型のアーク溶接ロボットでは、あらかじめ、基準となるワークの溶接線位置をティーチングしてメモリに記憶させておき、次いで、前記基準ワークと同形のワークを次々に溶接する際には、前記ティーチングされた溶接線位置データに基づき溶接トーチを溶接線に沿って移動させ、各ワークを自動溶接するようにしている。ところで、(イ) ワーク (溶接すべき

溶接継手) には組立誤差があったり、また溶接すべきワークをポジションに固定するときにワークの取付け誤差があったりすることから、基準ワークにてティーチングされた溶接線位置とこれから溶接しようとしているワークの溶接線位置との間に位置ずれが生じることがある。また、(ロ) 溶接中のワークの熱歪みによる該ワークの変形により位置ずれが生じることがある。

【0003】そのため、前記位置ずれを解消するため、各ワーク毎にその溶接開始に先立ちワークの所要箇所 (例えば溶接開始設定箇所及び溶接停止設定箇所) の溶接線位置を自動検出したり、アークが発生している溶接中において所要箇所におけるアーク発生点前方の溶接線位置を自動検出するための溶接線位置検出装置が備えられている。そして、アーク溶接ロボットでは、溶接線位置検出装置により検出した所要箇所の実際の溶接線位置データに基づいて前記ティーチングされている溶接線の位置データを修正することにより、これから溶接しようとしているワークの溶接線の正しい真の位置データを得るようにしている。

【0004】このような溶接線位置検出装置の一例として、従来、ワーク表面に該ワーク W の溶接線 WL を横切るようにレーザスポット光を走査しながら照射して照射方向と異なる方向においてその反射光を検出することにより、溶接線 WL を横切って延びるワーク表面の断面形状を示す 2 次元のワーク断面形状データを得るレーザ式形状計測器 51 を有し、ワーク断面形状データに基づいて溶接線 WL の位置を検出するようにしたものが知られている。

【0005】この従来の溶接線位置検出装置は、ワーク断面形状データに基づいて 2 本の直線によりワーク W の断面形状を近似し、該 2 本の直線の交点を溶接線位置として検出するようにしたものである。したがって、すみ肉の T 継手 (下板と立板により構成されるすみ肉継手) の場合、図 20 に示すように、ワーク断面形状は 2 本の直線で近似でき、この 2 本の直線の交点 q を溶接線位置として求めることができる。なお、図 20 (b) に示すワーク断面形状データは、実際は 2 次元座標 (Y, Z) を持つ点データの多数の集まりであるが (図 2 参照)、理解を容易にするため連続する実線で示してある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし前記従来の溶接線位置検出装置では、溶接ロボットの対象ワークとして最も多用されるすみ肉溶接を行う継手に適用するに際し、次のような①～④の場合には溶接線位置を検出できないという問題点がある。

【0007】① 図 21 (a) に示すように、レーザ式形状計測器 51 の視野内にワーク W の溶接線 WL の形成に関与しない無関係な第 3 部材 W3 が入るような場合には、図 21 (b) に示すように、ワーク断面形状が 2 本の直線により近似できず、2 つの交点 (屈曲点) q,

q' が存在することとなり、ワークWを構成する第1部材W1と第3部材W3との継ぎ目であって、偽りの溶接線位置を示す交点q'を除外することができない。

【0008】② 図22(a)に示すように仮付け溶接部における溶接線位置を検出しようとする場合には、図22の(b)に示すように、ワーク断面形状データにおける仮付け溶接部の部分が曲線(上に凸の円弧)を示すものとなるので、溶接線位置を検出することができない。

【0009】③ 図23(a)に示すように、すみ肉T継手(ワークW)において溶接部の強度を高めるために第1部材(立板)W1に開先面WGが設けられている場合には、図23の(b)に示すように、ワーク断面形状が2本の直線により近似できず、2つの交点q、q'が存在することとなり、ワークWを構成する第1部材W1と第2部材W2とにより形成される溶接線WLの位置を示す交点qを検出することができない。また、鋼板表面の酸化皮膜を除去すべく開先面WGがグラインダ等で磨かれて鏡面状態になっていると、レーザ式形状計測器51の配置位置によっては計測器51の2次元受光アレイに開先面WGから十分な反射光が返ってこなくなり、図23の(c)に示すように、ワーク断面形状データにおける開先面WG部分のデータ欠落が発生する。このため、溶接線WLの位置を検出することができない。

【0010】④ 図24(a)に示すようにワークWが円形パイプ材W1と平板W2とにより構成されている場合には、図24の(b)に示すように、ワーク断面形状データにおける円形パイプ材W1部分が直線ではなく曲線(上に凸の円弧)を示すものとなるので、溶接線位置を検出することができない。また、図25(a)に示すようにワークWが第1部材である円形パイプ材W1と第2部材である円形パイプ材W2とにより構成されている場合には、図25(b)に示すように、ワーク断面形状データにおける両方の円形パイプ材W1、W2部分が直線ではなく曲線(上に凸の円弧)を示すものとなるので、溶接線位置を検出することができない。

【0011】そこで本発明の目的は、前記従来の問題点を解消し、溶接線を横切って延びるワーク表面の断面形状データを得る光学式のワーク断面形状計測手段を有し、前記ワーク断面形状データに基づいて溶接線位置を検出する溶接線位置検出装置において、対象ワークとしてすみ肉溶接を行うワークに適用するに際し、前記光学式の計測手段の視野内にワークの溶接線の形成に関与しない無関係な第3の部材が入るような場合でも該第3の部材に邪魔されて誤ることなく溶接線位置を検出でき、また、仮付け溶接部がある箇所の場合でも該仮付け溶接部における溶接線位置を検出でき、また、開先が設けられている場合や該開先の断面形状データが得られないような場合でも溶接線位置を検出でき、さらにワークが中空あるいは中実の円柱状部材で構成され、ワーク断面形

状が直線ではなく上に凸の円弧を示すものになる場合でも溶接線位置を検出することができる溶接線位置検出装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するために、請求項1の発明は、(a)光を照射して照射方向と異なる方向においてその反射光を検出することにより、溶接線を横切って延びるワーク表面の断面形状を示す2次元の断面形状データを得るワーク断面形状計測手段と、(b)前記ワーク断面形状計測手段により得られた2次元のワーク断面形状データに基づいて、複数の線分によりワーク断面形状を近似する線分近似手段と、(c)前記線分近似手段による前記複数の線分を所定の規則に従ってグループ化する線分グルーピング手段と、(d)前記線分グルーピング手段によりグループ化された線分グループから長さの長い順に2つの線分グループを抽出することにより、前記ワークの前記溶接線を形成する一方の部材の断面形状パターンを示す第1部材断面形状パターンと、前記溶接線を形成する他方の部材の断面形状パターンを示す第2部材断面形状パターンとを得る溶接線位置絞込み手段と、(e)前記第1部材断面形状パターンの前記第2部材断面形状パターン側に位置する端点と、該端点近傍のワーク断面形状データと、前記第2部材断面形状パターンの前記第1部材断面形状パターン側に位置する端点と、該端点近傍のワーク断面形状データとに基づいて、前記溶接線の位置を演算し検出する溶接線位置演算検出手段と、を備えていることを特徴とする溶接線位置検出装置である。

【0013】請求項2の発明は、請求項1記載の溶接線位置検出装置において、前記溶接線演算検出手段は、前記第1部材断面形状パターンにおける前記端点の近傍部分に沿って延びる第1直線を演算するとともに、前記第2部材断面形状パターンにおける前記端点の近傍部分に沿って延びる第2直線を演算し、次いで前記両直線の交点を演算してから、前記2つの端点及び前記交点のこれら3点の位置関係を判定し、前記溶接線の位置を検出するものであることを特徴とするものである。

【0014】本発明による溶接線位置検出装置においては、まず、光学式のワーク断面形状計測手段により、ワークWの溶接線WLを横切って延びるワーク表面の断面形状を示す2次元断面形状データを得る。線分近似手段は、このワーク断面形状計測手段からの2次元断面形状データに基づいて、一連をなす複数の線分により、ワーク断面形状を該ワーク断面形状の直線性はもとより屈曲性、曲線性をも反映しうる程度に近似する(図10、図11参照)。

【0015】次いで線分グルーピング手段は、前記線分近似手段にて求めた複数の線分について、隣り合う2つの線分がなす角度差(屈曲度合い)と、隣り合う2つの線分が上あるいは下のいずれに凸をなしているかとを

解析することにより、2つ以上の線分グループにグループ化する(図12参照)。線分グループそれぞれは、一連をなす複数の線分で構成される。これにより、線分近似手段にて求めた複数の線分は、ワークWの溶接線WLを形成する一方の部材W1の断面形状を示す部分と、該溶接線WLを形成する他方の部材W2の断面形状を示す部分と、これら以外の部位(溶接線WLの形成に関与しない無関係な第3部材W3や、溶接線WLの部位にある仮付け溶接部など)を示す部分とにグループ分けがなされる。このグループ化の際には、すみ肉溶接を行う継手を対象ワークとすると、溶接線WLを形成する部材W1、W2の断面形状が、長さの長い直線、あるいは長さが長く上に凸の円弧になるという特性(性質)を利用している。

【0016】このグループ化の後、溶接線位置絞り込み手段により、前記2つ以上の線分グループから長さの長い順に2つの線分グループを抽出することにより、溶接線WLの位置検出に支障となる前記第3部材W3や仮付け溶接部などの部分を除外し、溶接線WLを形成する一方の部材W1の断面形状パターンを示す第1部材断面形状パターンPS1と、該溶接線WLを形成する他方の部材W2の断面形状パターンを示す第2部材断面形状パターンPS2とを得ることができる。

【0017】これにより、第1部材断面形状パターンPS1の第2部材断面形状パターンPS2側の端点(溶接線側に位置する端点)をP1Lとする一方、第2部材断面形状パターンPS2の第1部材断面形状パターンPS1側の端点(溶接線側に位置する端点)をP2Rとすると、検出すべき溶接線位置は、前記両方の端点P1L、P2Rが重なり同一位置にある場合にはこの位置となり、そうでない場合にはこれらの端点P1L、P2Rの近傍に存在することから、溶接線位置の存在範囲を絞り込むことができる。

【0018】次いで、溶接線位置演算検出手段は、第1部材断面形状パターンPS1における端点P1L近傍部分に沿って延びる第1直線L1を演算するとともに、第2部材断面形状パターンPS2における端点P2R近傍部分に沿って延びる第2直線L2を演算し、しかる後に前記両直線L1、L2の交点Qを演算して求める。そして溶接線位置演算検出手段により、2つの端点P1L、P2R及び交点Qのこれら3点の位置関係を解析し判定することにより、ワークの溶接線位置を検出することができる(図14～図19参照)。例えば、3点P1L、P2R、Qが同一位置にある場合、交点Qを溶接線位置とする。

【0019】なお、前記の線分近似手段、線分グルーピング手段、線分グルーピング手段、溶接線位置絞り込み手段及び溶接線位置演算検出手段は、プログラムされたコンピュータにより実現することができる。

【0020】このように本発明による溶接線位置検出装置によると、溶接線を横切って延びるワーク表面の断面

形状データを得る光学式のワーク断面形状計測手段を有し、前記ワーク断面形状データに基づいて溶接線位置を検出するに際し、前記光学式の計測手段の視野内にワークの溶接線の形成に関与しない無関係な第3の部材が入るような場合(図21参照)でも該第3の部材に邪魔されて誤ることなく溶接線位置を検出でき、また、仮付け溶接部がある箇所の場合(図22参照)でも該仮付け溶接部における溶接線位置を検出でき、また、開先が設けられている場合(図23参照)や該開先の断面形状データが得られないような場合(図23(c)参照)でも溶接線位置を検出でき、さらにワークが中空あるいは中実の円柱状部材で構成され、ワーク断面形状が直線ではなく上に凸の円弧を示すものになる場合(図24、25参照)でも溶接線位置を検出することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施形態による溶接線位置検出装置の全体構成を示す図である。

【0022】図1に示すように、溶接線位置検出装置は、レーザ式形状計測器(ワーク断面形状計測手段)1とコンピュータ2とにより構成されている。レーザ式形状計測器1は、後述するアーク溶接ロボット3の手先部に溶接トーチとともに搭載され、すみ肉溶接を行うワークWの近くに位置決めされる。このレーザ式形状計測器1は、レーザスポット光を発射するレーザ投光器11と、レーザ投光器11からのレーザスポット光をワークWの表面上を移動させるためのミラー12付きの回動可能なスキャナ13と、ミラー12による照射方向とは異なる方向においてワーク表面からの反射光を受光レンズ14を通して集めて検出するCCD(受光素子)よりなる2次元受光アレイ15とを有している。ここで、ミラー12を介してワークWの表面にレーザスポット光を照射し、ワーク表面からのその反射光を2次元受光アレイ15で検出すると、ミラー12の角度、2次元受光アレイ15におけるレーザスポット光の受光位置などから、三角測量法の原理により、ワーク表面における照射されたレーザスポット光の位置を求めることができる。このレーザ式形状計測器1では、スキャナ13でミラー12を回動させ、ワーク表面に該ワークWの溶接線WLを横切るようにレーザスポット光を移動させながら照射し、その反射光を検出することにより、溶接線WLを横切って延びるワーク表面の断面形状を示す2次元のワーク断面形状データが得られるようになっている。

【0023】コンピュータ2は、線分近似手段、線分グルーピング手段、溶接線位置絞り込み手段及び溶接線位置演算検出手段を構成し、レーザ式形状計測器1からのワーク断面形状データが入力され、出力として検出した溶接線WLの位置データを後述のロボット制御盤4に出力するものである。

【0024】図2は図1におけるレーザ式形状計測器に

より得られ、2次元座標 (Y, Z) を持つ点位置のデータよりなるワーク断面形状データを模式的に示す図である。ここでYZの座標系については、レーザ式形状計測器1に向かう方向にZ軸、その直交方向にY軸を設定している。

【0025】図3は図1に示す溶接線位置検出装置が備えられたアーク溶接ロボットを説明するための図である。同図に示すように、アーク溶接ロボット3の手先部にレーザ式形状計測器1が搭載されている。溶接線位置検出装置のコンピュータ2により演算されて求められた溶接線位置データは、ロボット制御盤4に与えられる。ロボット制御盤4では、先に説明したように、溶接線位置検出装置のコンピュータ2からの溶接線位置データに基づいて、これから溶接しようとしているワークWについて予めティーチングされている溶接線位置の誤差を修正し、アーク溶接ロボット3には位置ずれのない実際の溶接線位置を示す位置データが与えられるようになっていく。

【0026】以下、図1に示すように構成される溶接線位置検出装置において、コンピュータ2による溶接線位置検出について図面を参照して説明する。図4は図1におけるコンピュータ2による溶接線位置検出手順を説明するための図であり、同図に示すように、コンピュータ2はレーザ式形状計測器1からの2次元ワーク断面形状データを受けて、線分近似処理、線分グルーピング処理、溶接線位置絞込み処理及び溶接線位置演算検出処理を実施し、溶接線位置の検出を行うようにしている。

【0027】まず、線分近似処理を図5及び図10を参照して説明する。線分近似処理は、レーザ式形状計測器1により得られ、YZ座標系の2次元座標値を持つ多数個の点である位置 P_k 、 $k=1\sim n$ よりなるワーク断面形状データを処理し、複数の線分 (S_1, S_2, \dots) によりワーク断面形状をこれを倣うように近似する処理である。ここで、線分近似する手法としては、文献「T.Pavlidis and S.L.Horowitz, "Segmentation of Planes Curve s", IEEE Trans.Comput., vol.c-23, pp.860-870, August 1974」に開示されたものが知られており、この手法を利用している。図5は図4における線分近似処理の手順を示すフローチャートである。ここで図5、及び後記の図6～図9中に使用されているN1, N2, …は手順(ステップ)の番号を示すものである。図10は線分近似処理を説明するための図である。

【0028】本実施例ではワーク断面形状データは、YZ座標系の2次元座標値を持つ n 個の位置 P_k 、 $k=1\sim n$ のデータよりなっている。まず、ステップN1では、 $i=1$ 、 $j=n$ という初期設定が行われる。次いでステップN2では、ワーク断面形状データにおける区間 (P_i, P_j) の一方の端点 P_i と他方の端点 P_j (P_j のY座標値 $> P_i$ のY座標値) とを結ぶ直線Eの式が計算により求められる。1回目は始点 P_1 と終点 P_n とを結ぶ直線Eの式が

求められる(図10(a)参照)。次のステップN3では、各点ごとに各点から直線Eまでの距離 $D(P_k)$ 、 $k=i\sim j$ がそれぞれ算出される。ここで $D(P_k)$ は位置 P_k における直線Eまでの距離の値を示し、1回目は始点 P_1 から直線Eまでの距離の値 $D(P_1)$ 、点 P_2 から直線Eまでの距離の値 $D(P_2)$ 、……、終点 P_n から直線Eまでの距離の値 $D(P_n)$ が算出される(図10(b)参照)。

【0029】次いでステップN4では、ステップN3で算出された距離 $D(P_k)$ 、 $k=i\sim j$ のうちから距離 $D(P_k)$ の最大値を求め、そのときの点を P_{kmax} 、距離を $D(P_{kmax})$ とする(図10(c)参照)。そしてステップN5において、最大距離 $D(P_{kmax})$ が予め定められた距離のしきい値 L_{th} より大きいかが判定される。最大距離 $D(P_{kmax})$ がしきい値 L_{th} より大きい場合にはステップN6に進み、点 P_{kmax} を屈曲点として登録する(図10(d)参照)。

【0030】屈曲点が得られるとステップN7では、 $i=i$ 、 $j=k_{max}$ とし、区間 (P_i, P_{kmax}) において前記のステップN2からステップN6までと同内容の処理がなされる一方、ステップN8では、 $i=k_{max}$ 、 $j=j$ とし、区間 (P_{kmax}, P_j) において前記のステップN2からステップN6までと同内容の処理がなされる(図10(e)参照)。そして各区間での最大距離 $D(P_{kmax})$ がしきい値 L_{th} 以下であると、その区間には屈曲点は存在しないとして線分近似のための屈曲点の抽出は終了となる(ステップN9)。

【0031】このようにして抽出された屈曲点 P_{kmax} を結ぶ複数の線分 S_1, S_2, \dots によりワーク断面形状が線分近似される(図11参照)。前記のステップN1～N9のようにレーザ式形状計測器1により得られた2次元座標値を持つワーク断面形状データ (P_k 、 $k=1\sim n$) に基づいて、複数の線分によりワーク断面形状をこれを倣うように近似する手順を実行するのが線分近似手段である。

【0032】次に、ワーク断面形状を近似する図11に示すような複数の線分 S_1, S_2, \dots について2つ以上の線分グループにグループ化する。グループ化の目的は、前記の線分近似処理で得られた複数の線分 S_1, S_2, \dots を、ワークWの溶接線WLを形成する一方の部材W1の断面形状を示す部分と、該溶接線WLを形成する他方の部材W2の断面形状を示す部分と、これら以外の部位(溶接線WLの形成に関与しない無関係な第3部材W3や、溶接線WLの部位にある仮付け溶接部など)を示す部分とに分けることにある。グループ化においては、溶接線WLを形成する部材W1、W2の断面形状が、長さの長い直線、あるいは長さが長く上に凸の円弧になるという性質を利用し、隣り合う2つの線分 S_i, S_{i+1} の角度差 $\Delta\theta$ が小さいとき、又は隣り合う2つの線分 S_i, S_{i+1} が上に凸をなしているときには、2つの線分 S_i, S_{i+1} は

同一グループに属するとしてグループ化している。

【0033】図6は図4における線分グルーピング処理の手順を示すフローチャート、図12は線分グルーピング処理を説明するための図、図13は線分 S_i と線分 S_{i+1} との角度差 $\Delta\theta$ の説明図である。以下、線分グルーピング処理について説明する。

【0034】はじめに、隣り合う2つの線分 S_i 、 S_{i+1} がなす角度差 $\Delta\theta$ について図13を参照して説明しておく。図13に示すように、線分 S_i を構成する点列を用いて最小二乗法にて直線 S_i を計算により求める。同様に、線分 S_{i+1} を構成する点列を用いて最小二乗法にて直線 S_{i+1} を求める。そして、求めた直線 S_i と直線 S_{i+1} との角度差 $\Delta\theta$ を算出する。角度差 $\Delta\theta$ の値は、図13に示すように反時計回り方向を正（プラス）と定めている。このように求められた角度差 $\Delta\theta$ を線分 S_i 、 S_{i+1} の角度差としている。

【0035】さてまず、ステップN10では、 $i=1$ 、 $g=1$ という初期設定が行われる。次のステップN11では、線分 S_i が属する線分グループの番号を g と定める初期設定が行われ、線分 S_1 は線分グループ1に属するものとして設定される。

【0036】次いでステップN12では、線分 S_i と線分 S_{i+1} との前記した角度差 $\Delta\theta$ が算出される。そして次のステップN13において、角度差 $\Delta\theta$ が予め設定されたしきい値 θ_{th} より小さいか否か、又は線分 S_i と線分 S_{i+1} とが上に凸（角度差 $\Delta\theta \geq 0$ ）をなしているか否かが判定される。ここで、角度差 $\Delta\theta < \theta_{th}$ 、又は角度差 $\Delta\theta \geq 0$ を満足する場合（ステップN13でYES）には、線分 S_{i+1} が線分 S_i と同一グループに属するので、ステップN14に進み、線分 S_{i+1} が属する線分グループの番号を g とする。1回目（ $i=1$ ）は線分 S_2 は線分グループ1に属するものとなされる。一方、角度差 $\Delta\theta < \theta_{th}$ 、又は角度差 $\Delta\theta \geq 0$ を満たさない場合（ステップN13でNO）には、線分 S_{i+1} は線分 S_i と同一グループに属さないで、ステップN15において線分グループ番号 g を+1だけインクリメントしてから、前記のステップN14に進む。例えば1回目（ $i=1$ ）においてステップN13でNOの場合には、線分 S_2 は線分グループ2に属するものとなされる。

【0037】次いでステップN16において i を+1してからステップN17に進み、ステップN17で最終線分 S_n まで線分グループ番号を付与した否かをチェックしてステップN12へ戻る。

【0038】このようにして線分 S_1 、 S_2 、…、 S_n のグループ化がなされる。例えば図12に示す例では、線分 S_4 と線分 S_5 とは、前記した角度差 $\Delta\theta < \theta_{th}$ 、又は角度差 $\Delta\theta \geq 0$ を満足しておらず、下に凸をなすことから同一グループに属さず、よって線分 $S_1 \sim S_6$ は、線分 $S_1 \sim S_4$ よりなる線分グループ1と、線分 S_5 、 S_6 よりなる線分グループ2との2つの線分グループにグループ化される。前

記のN10～N17のように線分近似処理による複数個の線分 S_1 、 S_2 、…、 S_n を所定の規則に従ってグループ化する手順を実行するのが線分グルーピング手段である。

【0039】次に溶接線位置絞込み処理について説明する。図7は図4における溶接線位置絞込み処理の手順を示すフローチャートである。溶接線位置絞込み処理は、前記線分グルーピング処理で得られた2つ以上の線分グループから長さの長い順に2つの線分グループを抽出することにより、溶接線WLの位置検出に支障となる第3部材W3や仮付け溶接部などの部分を除外し、溶接線WLを形成する一方の部材W1の断面形状パターンを示す第1部材断面形状パターンPS1と、該溶接線WLを形成する他方の部材W2の断面形状パターンを示す第2部材断面形状パターンPS2とを得るための処理である。

【0040】まずステップN18では、各線分グループの長さ（当該線分グループに属する線分の長さの総和）が算出される。次いでステップN19では、予め所定長さの値のしきい値を設定し、各線分グループについて該しきい値との比較を行い、これらの線分グループのなかから所定長さ以上のものを抽出する。そして次のステップN20において、前記ステップN19で抽出された線分グループの数が2個以上であるか否かが判定される。ここで2個以上ある場合（ステップN20でYES）にはステップN21に進む。

【0041】ステップN21ではこれらの線分グループから長さの長い順に2つの線分グループを抽出する。そしてステップN22において、前記抽出された2つの線分グループから、ワークWの溶接線WLを形成する一方の部材W1の断面形状パターンを示す第1部材断面形状パターンPS1と、溶接線WLを形成する他方の部材W2の断面形状パターンを示す第2部材断面形状パターンPS2とを得る。本例ではY座標値の小さい方を第1部材断面形状パターンPS1とし、これよりもY座標値が大きい方を第2部材断面形状パターンPS2とする（図14参照）。

【0042】一方、前記ステップN19で抽出された線分グループの数が2個未満の場合（ステップN20でNO）には溶接線位置が存在しないこととなり、例えば、ワークWに対するレーザ式形状計測器1の位置決めが不適切である場合を含めてレーザ式形状計測器1に不具合が発生していると考えられるので、本例ではエラー表示を行って処理を停止するようにしている。

【0043】前記のステップN18～N22のように線分グルーピング処理によりグループ化された線分グループから長さの長い順に2つの線分グループを抽出することにより、溶接線WLを形成する一方の部材W1の断面形状パターンを示す第1部材断面形状パターンPS1と、溶接線WLを形成する他方の部材W2の断面形状パターンを示す第2部材断面形状パターンPS2とを得る手順を実行するのが溶接線位置絞込み手段である。そし

てこれにより、第 1 部材断面形状パターン P S 1 の第 2 部材断面形状パターン P S 2 側の端点（溶接線側に位置する端点）を P 1L とし、第 2 部材断面形状パターン P S 2 の第 1 部材断面形状パターン P S 1 側の端点（溶接線側に位置する端点）を P 2R とすると、検出すべき溶接線位置は、前記両方の端点 P 1L、P 2R が重なり同一位置にある場合にはこの位置となり、そうでない場合にはこれらの端点 P 1L、P 2R の近傍に存在することから、溶接線位置の存在範囲を絞り込むことができる（図 14 参照）。

【0044】図 8 及び図 9 は図 4 における溶接線位置演算検出処理の手順を示すフローチャートである。溶接線位置演算検出処理は、前記溶接線位置絞り込み処理により得られた溶接線位置の存在範囲を解析し、該溶接線 W L の位置を検出する処理を行うものである。

【0045】ステップ N 23 ~ N 27 については図 14 を参照しながら説明する。まず、ステップ N 23 では、第 1 部材断面形状パターン P S 1 の前記パターン P S 2 側の端点を P 1L とし、第 2 部材断面形状パターン P S 2 の前記パターン P S 1 側の端点を P 2R とする。次いでステップ N 24 では、第 1 部材断面形状パターン P S 1 における端点 P 1L の近傍部分 D t h に沿って延びる第 1 直線 L 1（直線式： $A1 \cdot Y + B1 \cdot Z = C1$ ）を計算により求める。この第 1 直線 L 1 の算出は所定長さの前記近傍部分 D t h における断面形状データを用いて最小二乗法にてなされる。同様に、次のステップ N 25 では、第 2 部材断面形状パターン P S 2 における端点 P 2R の近傍部分 D t h' に沿って延びる第 2 直線 L 2（直線式： $A2 \cdot Y + B2 \cdot Z = C2$ ）を計算により求める。第 2 直線 L 2 の算出は所定長さの前記近傍部分 D t h' における断面形状データを用いて最小二乗法にてなされる。ここでステップ N 24、N 25 において、部材断面形状パターン P S 1、P S 2 が曲線形状を線分近似してなるものの場合、近傍部分 D t h、D t h' の長さは、大きな値にすると本来の断面形状との間に誤差が発生することになるので、該断面形状を反映し、かつ誤差が許容できる程度に小さな値に設定されている。また、近傍部分 D t h、D t h' の長さは開先幅よりも小さい値に設定される。

【0046】次いでステップ N 26 において第 1 直線 L 1 と第 2 直線 L 2 との交点 Q を算出し、次のステップ N 27 に進む。ステップ N 27 では、第 1 部材断面形状パターン P S 1 の端点 P 1L と交点 Q との距離 D 1、及び、第 2 部材断面形状パターン P S 2 の端点 P 2R と交点 Q との距離 D 2 が算出される。

【0047】次にステップ N 28 ~ N 35 において、このようにして求められた端点 P 1L、端点 P 2R 及び交点 Q の 3 点の位置関係を解析し、溶接線 W L の位置を検出する。まずステップ N 28 では、前記両距離 D 1、D 2 のうちの小さい方が予め設定されたしきい値 L E N t h より小さいかが判定される。ここでしきい値

L E N t h より小さい場合（ステップ N 28 で Y E S）には、ステップ N 29 に進み、端点 P 1L、端点 P 2R 及び交点 Q の 3 点が極めて接近していることから（3 点が重なっている場合を含む）、図 15 に示すように、すみ肉 T 継手による溶接線 W L を有するワーク W（図 20、図 21（a）参照）、円形パイプ材 W 1 と円形パイプ材 W 2 とによる溶接線 W L を有するワーク W（図 25 参照）又は円形パイプ材 W 1 と平板 W 2 とによる溶接線 W L を有するワーク W（図 24 参照）、あるいは、図 16 に示すように、開先を有するすみ肉 T 継手（図 23（a）参照）よりなるワーク W、であると判定する。そしてこれらの場合は先に算出された交点 Q を溶接線位置とする。この交点 Q を溶接線位置としてロボット制御盤 4 に出力する。

10

20

30

40

【0048】距離 D 1、D 2 のうちの小さい方がしきい値 L E N t h 以上である場合（ステップ N 28 で N O）にはステップ N 30 に進み、端点 P 1L の Y 座標値 < 交点 Q の Y 座標値 < 端点 P 2R の Y 座標値、という関係を満足しているかが判定される。ここで当該関係を満たしている場合（ステップ N 30 で Y E S）には、ステップ N 31 に進み、図 17 に示すように仮付け溶接部の箇所（図 22（a）参照）であると判定し、先に算出された交点 Q を溶接線位置とする。この交点 Q を溶接線位置としてロボット制御盤 4 に出力する。

【0049】一方、前記の関係を満たしていない場合（ステップ N 30 で N O）にはステップ N 32 に進み、端点 P 2R の Y 座標値 < 交点 Q の Y 座標値、という関係を満足しているかが判定される。ここで当該関係を満たしている場合（ステップ N 32 で Y E S）にはステップ N 33 に進み、図 18 に示すように、開先を有し且つ該開先の断面形状データが得られないワーク W であると判定し（図 23（c）参照）、前記端点 P 2R を溶接線位置とする。この端点 P 2R を溶接線位置としてロボット制御盤 4 に出力する。

【0050】次いで、前記の関係を満たしていない場合（ステップ N 32 で N O）にはステップ N 34 に進み、端点 P 1L の Y 座標値 > 交点 Q の Y 座標値、という関係を満足しているかが判定される。ここで当該関係を満たしている場合（ステップ N 34 で Y E S）にはステップ N 35 に進み、図 19 に示すように、開先を有し且つ該開先の断面形状データが得られないワーク W であると判定し、前記端点 P 1L を溶接線位置とする。この端点 P 1L を溶接線位置としてロボット制御盤 4 に出力する。一方、ステップ N 34 で N O の場合には例えばレーザ式形状計測器 1 に不具合が発生していると考えられるので、本例ではエラー表示を行って処理を停止するようにしている。

【0051】前記のステップ N 23 ~ N 35 のように第 1 部材断面形状パターン P S 1 の第 2 部材断面形状パターン P S 2 側に位置する端点 P 1L と、該端点 P 1L 近傍の

ワーク断面形状データと、第2部材断面形状パターンP S 2の第1部材断面形状パターンP S 1側に位置する端点P 2Rと、該端点P 2R近傍のワーク断面形状データとに基づいて、溶接線W L位置を演算し検出する手順を実行するのが溶接線位置演算検出手段である。

【0052】このように以上説明した一実施形態による溶接線位置検出装置によると、対象ワークWとしてすみ肉溶接を行うワークに適用するに際し、レーザ式形状計測器1の視野内にワークの溶接線W Lの形成に関与しない無関係な第3の部材W 3が入るような場合(図21参照)でも該第3の部材W 3に邪魔されて誤ることなく溶接線W Lの位置を検出でき、また、仮付け溶接部がある箇所の場合(図22参照)でも該仮付け溶接部における溶接線位置を検出でき、また、開先が設けられている場合(図23参照)や該開先の断面形状データが得られないような場合(図23(c)参照)でも溶接線位置を検出でき、さらにワークが中空あるいは中実の円柱状部材で構成され、ワーク断面形状が直線でなく上に凸の円弧を示すものになる場合(図24、25参照)でも溶接線位置を検出することができる。

【0053】

【発明の効果】以上述べたように、本発明による溶接線位置検出装置によると、溶接線を横切って延びるワーク表面の断面形状データを得る光学式のワーク断面形状計測手段を有し、前記ワーク断面形状データに基づいて溶接線位置を検出するに際し、前記光学式の計測手段の視野内にワークの溶接線の形成に関与しない無関係な第3の部材が入るような場合でも該第3の部材に邪魔されて誤ることなく溶接線位置を検出でき、また、仮付け溶接部がある箇所の場合でも該仮付け溶接部における溶接線位置を検出でき、また、開先が設けられている場合や該開先の断面形状データが得られないような場合でも溶接線位置を検出でき、さらにワークが中空あるいは中実の円柱状部材で構成され、ワーク断面形状が直線でなく上に凸の円弧を示すものになる場合でも溶接線位置を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態による溶接線位置検出装置の全体構成を示す図である。

【図2】図1におけるレーザ式形状計測器により得られ、2次元座標(Y, Z)を持つ点位置のデータよりなるワーク断面形状データを模式的に示す図である。

【図3】図1に示す溶接線位置検出装置が備えられたワーク溶接ロボットを説明するための図である。

【図4】図1におけるコンピュータによる溶接線位置検出手順を説明するための図である。

【図5】図4における線分近似処理の手順を示すフローチャートである。

【図6】図4における線分グルーピング処理の手順を示すフローチャートである。

【図7】図4における溶接線位置絞込み処理の手順を示すフローチャートである。

【図8】図4における溶接線位置演算検出処理の手順を示すフローチャートである。

【図9】図4における溶接線位置演算検出処理の手順を示すフローチャートである。

【図10】線分近似処理を説明するための図である。

【図11】複数の線分S1, S2, …により近似されたワーク断面形状を示す図である。

【図12】線分グルーピング処理を説明するための図である。

【図13】線分Siと線分Si+1との角度差 $\Delta \theta$ の説明図である。

【図14】溶接線位置演算検出処理を説明するための図である。

【図15】溶接線位置演算検出処理を説明するための図である(すみ肉T継手による溶接線を有するワーク、円形パイプ材と円形パイプ材とによる溶接線を有するワーク又は円形パイプ材と平板とによる溶接線を有するワークの場合)。

【図16】溶接線位置演算検出処理を説明するための図である(開先を有するすみ肉T継手よりなるワークの場合)。

【図17】溶接線位置演算検出処理を説明するための図である(仮付け溶接部での場合)。

【図18】溶接線位置演算検出処理を説明するための図である(開先を有し且つ該開先の断面形状データが得られないワークの場合)。

【図19】溶接線位置演算検出処理を説明するための図である(開先を有し且つ該開先の断面形状データが得られないワークの場合)。

【図20】すみ肉T継手の場合においてレーザ式形状計測器によるワーク断面形状を説明するための図である。

【図21】溶接線の形成に関与しない第3部材を有するすみ肉T継手の場合においてレーザ式形状計測器によるワーク断面形状を説明するための図である。

【図22】仮付け溶接部での溶接線位置を検出しようとする場合においてレーザ式形状計測器によるワーク断面形状を説明するための図である。

【図23】立板に開先面が設けられている場合においてレーザ式形状計測器によるワーク断面形状を説明するための図である。

【図24】ワークが円形パイプ材と平板とにより構成されている場合においてレーザ式形状計測器によるワーク断面形状を説明するための図である。

【図25】ワークが円形パイプ材と円形パイプ材とにより構成されている場合においてレーザ式形状計測器によるワーク断面形状を説明するための図である。

【符号の説明】

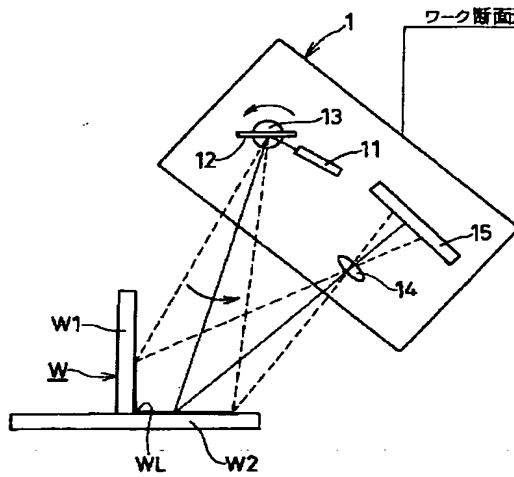
1…レーザ式形状計測器 11…レーザ投光器 12…

15

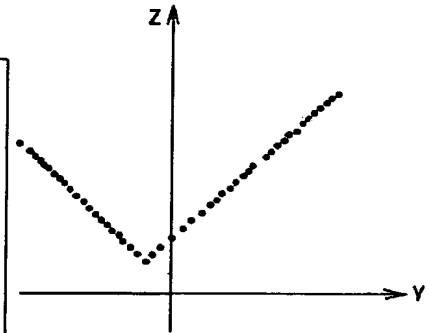
16

ミラー 13…スキャナ 14…受光レンズ 15…2 *部材 W2…第2部材 W3…第3部材 WL…溶接線
次元受光アレイ 2…コンピュータ 3…アーク溶接ロット WG…開先面 PS1…第1部材断面形状パターン
ボット 4…ロボット制御盤 W…ワーク W1…第1* PS2…第2部材断面形状パターン

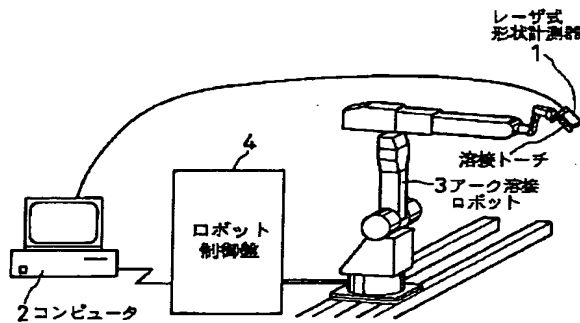
【図1】



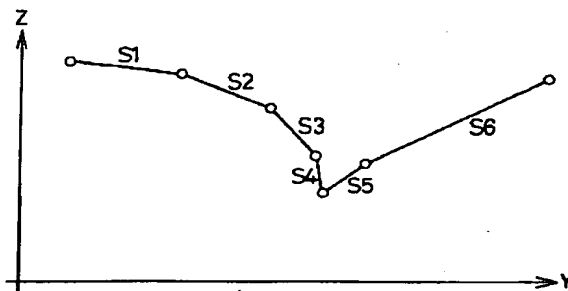
【図2】



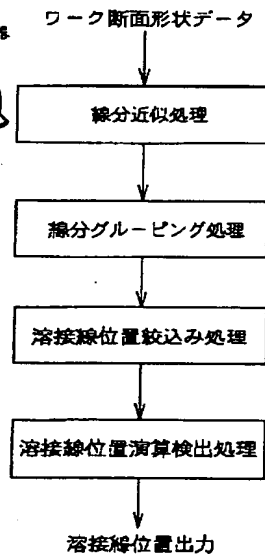
【図3】



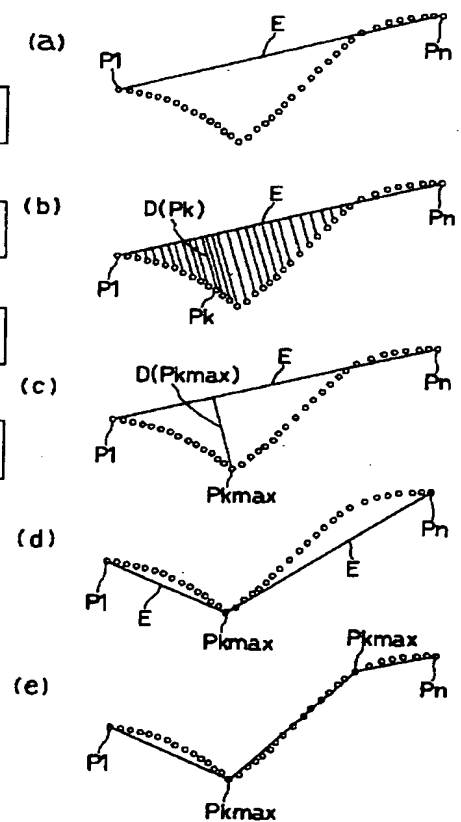
【図11】



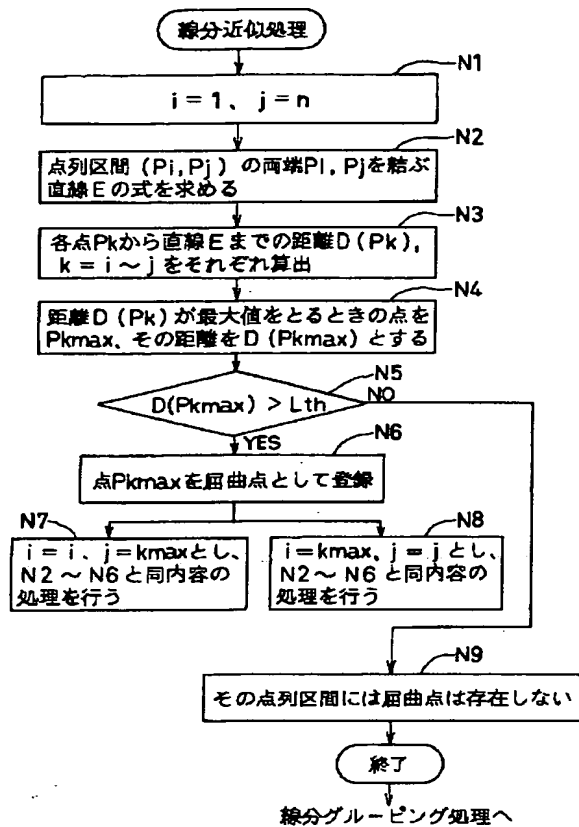
【図4】



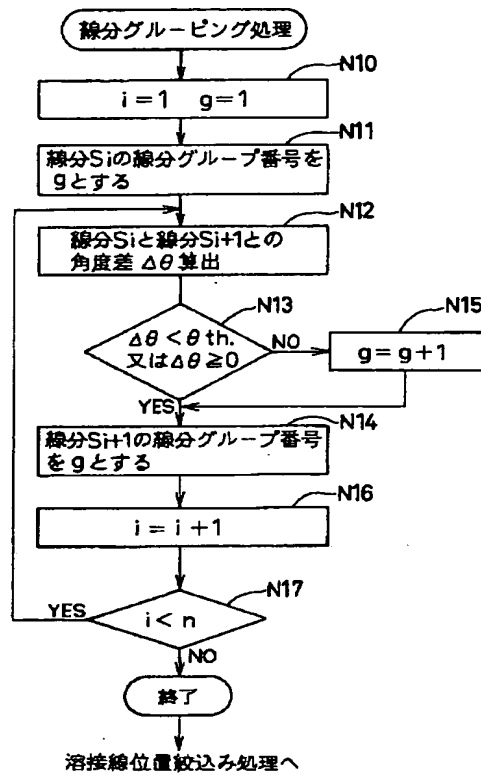
【図10】



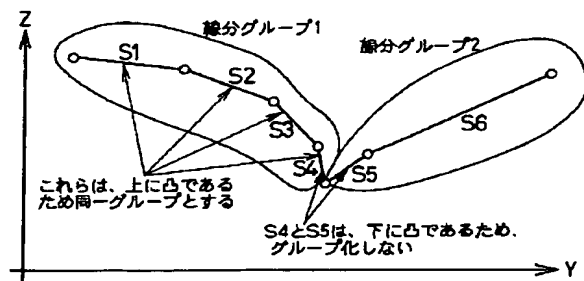
【図5】



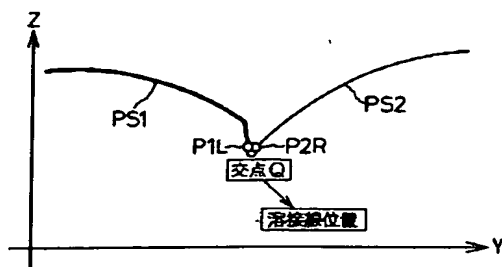
【図6】



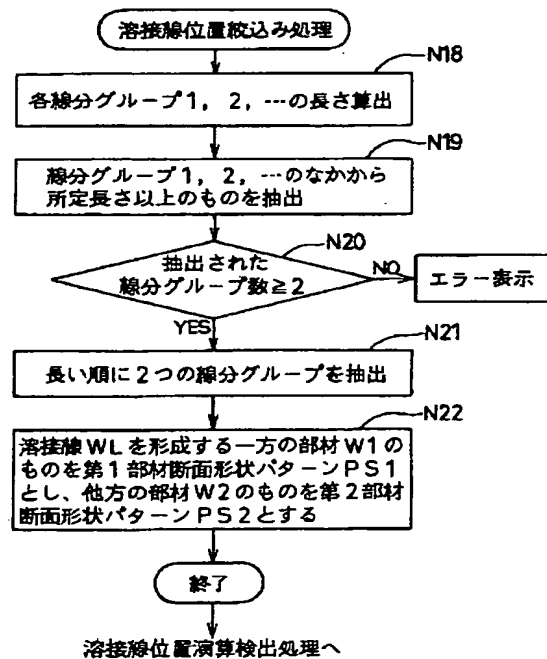
【図12】



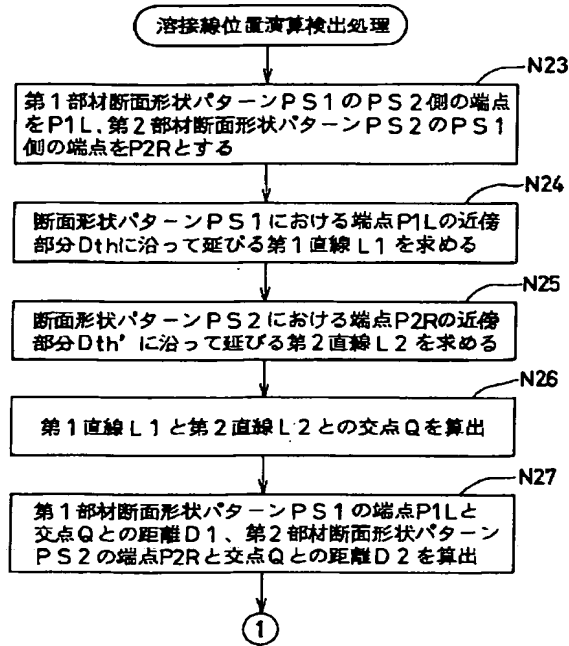
【図16】



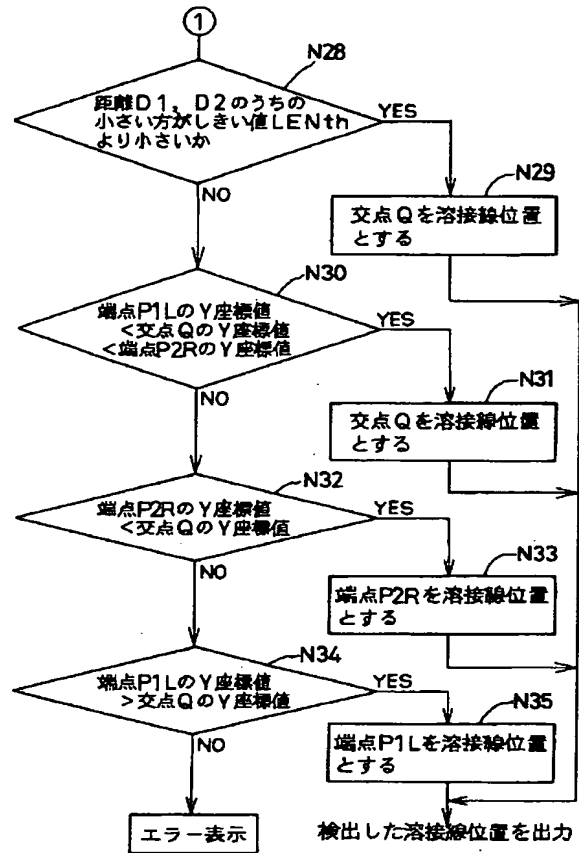
【図7】



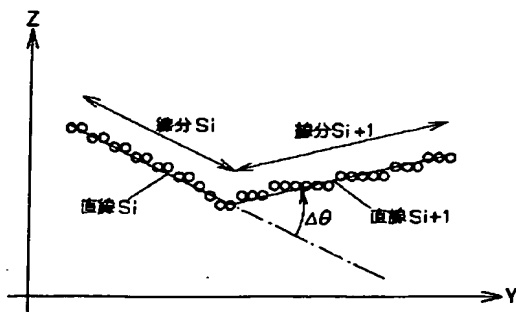
【図8】



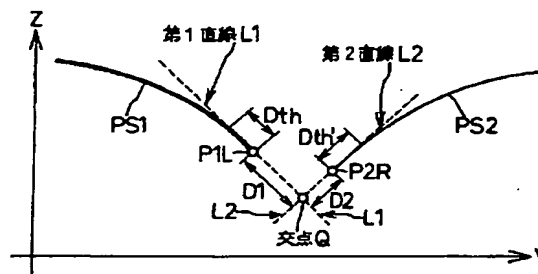
【図9】



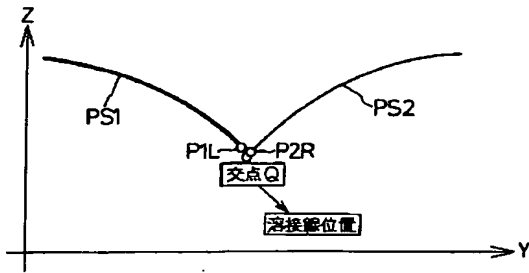
【図13】



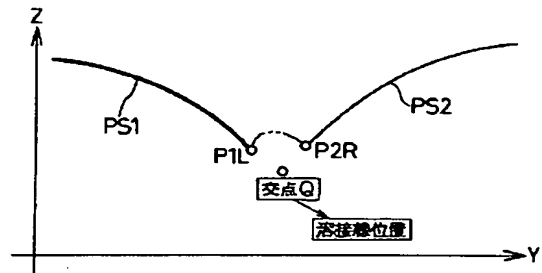
【図14】



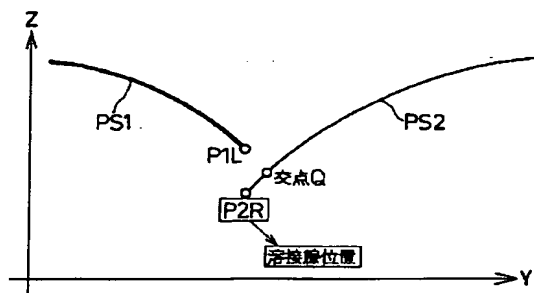
【図15】



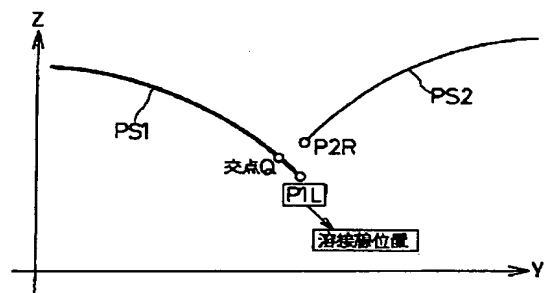
【図17】



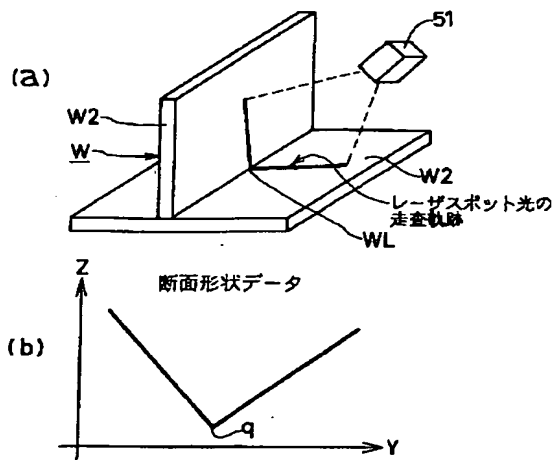
【図18】



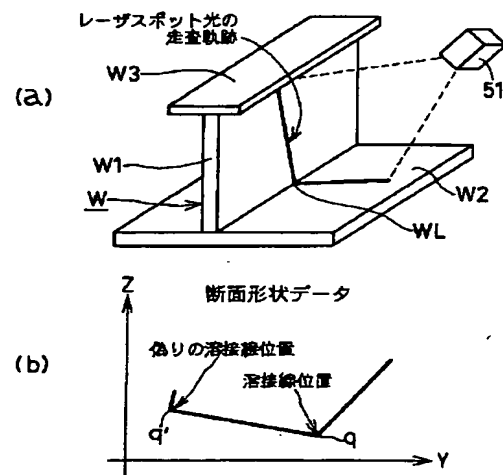
【図19】



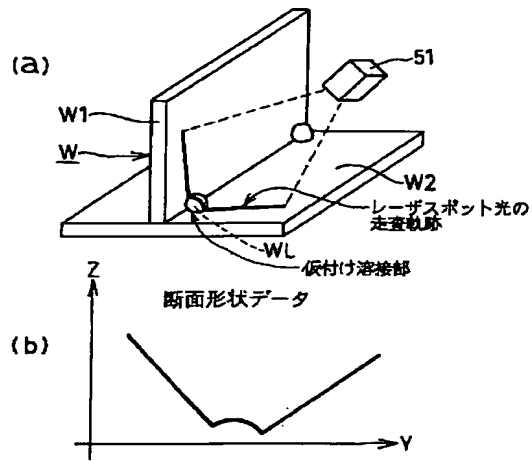
【図20】



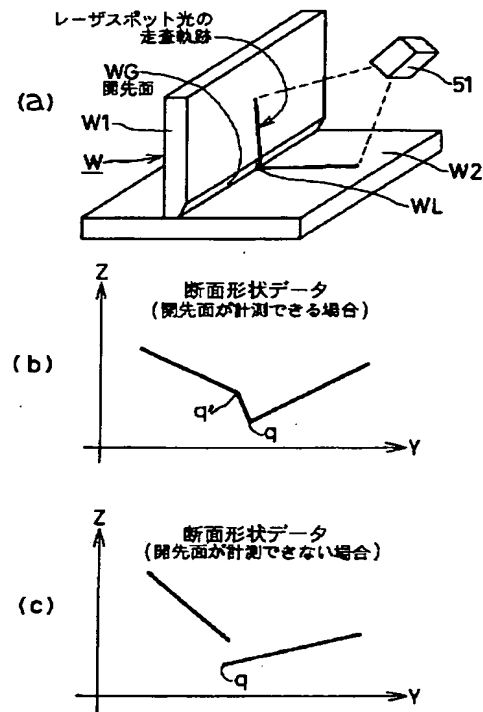
【図21】



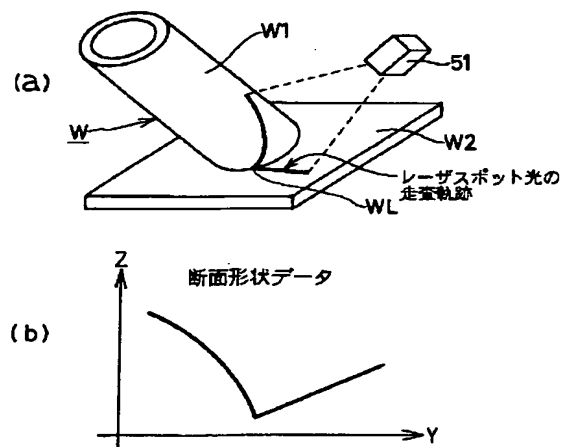
【図22】



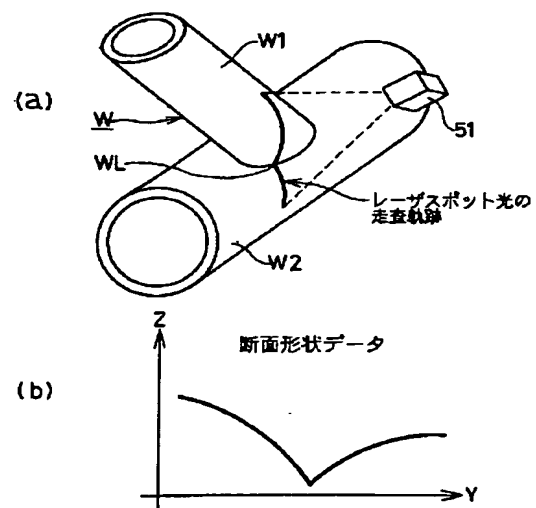
【図23】



【図24】



【図25】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I
G 0 6 F 15/62

テーマコード(参考)

4 0 0

(72)発明者 西川 晃平

兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号

株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

F ターム(参考) 2F065 AA52 CC15 FF09 GG04 GG12
HH05 HH18 JJ03 JJ26 LL13
LL62 MM15 QQ08 QQ17 QQ18
QQ21 QQ29 QQ32
3F059 AA05 DA02 DB05 DB09 FB12
5B057 AA01 AA04 BA21 CF05 DA07
DB03 DC07 DC09